

T S1/5/1

1/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2005 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05248310 **Image available**

DRAWING DEVICE

PUB. NO.: 08-203810 [JP 8203810 A]

PUBLISHED: August 09, 1996 (19960809)

INVENTOR(s): ASANO SHIN

GOTO TAKAYUKI

TAWARA SATOSHI

TSUNO TAKESHI

APPLICANT(s): MITSUBISHI HEAVY IND LTD [000620] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.: 07-012347 [JP 9512347]

FILED: January 30, 1995 (19950130)

INTL CLASS: [6] H01L-021/027; G03F-007/20; G03F-007/20; G03F-009/02

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS); R005 (PIEZOELECTRIC FERROELECTRIC SUBSTANCES)

ABSTRACT

PURPOSE: To form a line pattern on a large area by measuring an error between the absolute position of a workpiece measured with an absolute position measuring means and a desired position, by adding to it a relative positional signal measured with a relative position measuring means, inputting the signal into a coarse movement means, and further inputting the error into a fine movement means.

CONSTITUTION: A work 113, which comprises a fine movement means 114a and a coarse movement means 114b, is placed on a movement means 114 which is moveable in the X-Y direction. A control means 118 compares the absolute position of the workpiece 113 measured with an absolute position means 117 to a desired position and generates an error signal. Further, a relative positional signal measured with a relative positional measuring means 116 is added to it and imputed into the coarse movement means 114b. Also, the error signal is inputted into the fine movement means 114a. In this way, the fine movement means 114a and the coarse movement means 114b are subjected to cooperative positional control to form a line pattern on a large area.

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-203810

(43) 公開日 平成8年(1996)8月9日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 0 5			
	5 2 1			

H 0 1 L 21/ 30 5 2 9

5 1 5 B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-12347

(22) 出願日 平成7年(1995)1月30日

(71) 出願人 000006208

三菱重工工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 浅野 伸

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工工業株式会社基盤技術研究所内

(72) 発明者 後藤 崇之

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工工業株式会社基盤技術研究所内

(72) 発明者 田原 論

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工工業株式会社基盤技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外1名)

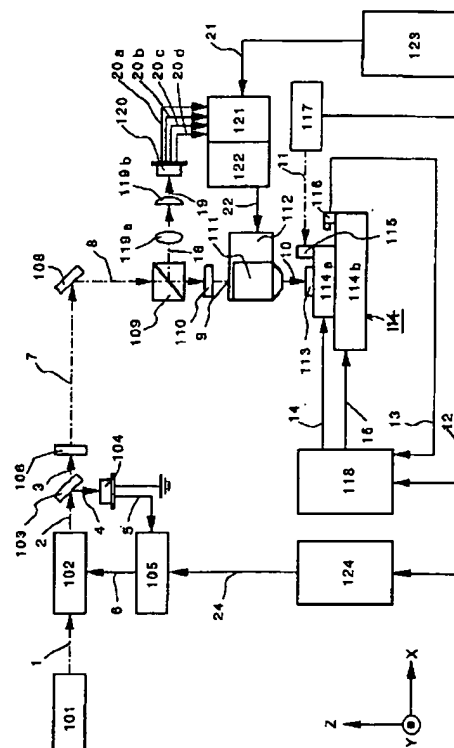
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 描画装置

(57) 【要約】

【目的】 電子ビーム描画装置の欠点を除去し、大面積に高精度の線画パターンを形成し得る描画装置を提供することを目的とする。

【構成】 移動量は大きいが位置決め精度の悪い粗動移動手段114bと移動量は小さいが高精度に位置決めし得る微動移動手段114aとを有する移動手段114の前記微動移動手段114aに加工物113を載置するとともに微小スポットビーム10の位置を固定し、移動手段114を移動することにより加工物113の表面に線画パターンを加工する描画装置において、粗動移動手段114aに対する微動移動手段114bの相対的な変位を測定するとともに、この変位を利用して移動手段の高精度の位置決めを行なう一方、オートフォーカス手段で対物レンズ111をZ方向に移動させることにより、前記微小スポットビーム10の焦点位置を常に加工物113の表面位置に維持し、さらに移動手段114の移動速度に応じてビーム径可変制御手段125によりビーム径可変装置107を制御して加工ビーム7bの径を調整するようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動量は大きい位置決め精度の悪い粗動移動手段と移動量は小さい高精度に位置決めし得る微動移動手段とを有する移動手段のうちの微動移動手段に加工物を搭載し、加工ビームを前記加工物の表面上より照射しながら、前記加工ビームの位置は固定し、前記移動手段を前記加工ビームの光軸と法線を成す面内で移動させる事によって、前記加工物の表面上に線画パターンを加工する描画装置において、

前記加工物の固定位置に対する絶対位置を測定する為の絶対位置測定手段と、

前記粗動移動手段に対する前記微動移動手段の相対的な変位を測定する為の相対位置測定手段と、

前記絶対位置測定手段によって測定された前記加工物の絶対位置と所望の位置との誤差を測定し、前記誤差と前記相対位置測定手段によって測定した相対位置信号を加え合わせ、該信号を前記粗動移動手段に入力し、さらに前記誤差を前記微動移動手段に入力する事によって、前記移動手段を制御する為の制御手段と、

前記加工ビームの焦点位置を常に前記加工物の表面位置に維持する為のオートフォーカス手段と、

前記移動手段の移動速度に応じて前記加工ビームの強度を調整し、さらに加工開始点および加工終了点に応じて前記加工ビームのon/off制御を行う強度変調手段とを備えた事の特徴とする描画装置。

【請求項2】 前記加工ビームを所定のビーム径に変化させる事によって、前記加工物表面上に線画パターンを所望の線幅で加工する為のビーム径可変装置を備えた事の特徴とする【請求項1】に記載の描画装置。

【請求項3】 加工用光源としてレーザを使用したことを特徴とする【請求項1】又は【請求項2】に記載の描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、レーザビームや電子ビーム等の加工ビームを加工物表面上に照射し、任意の線画パターンを加工する描画装置、特に、広い範囲にわたって直線・曲線の組み合わせ線画パターンを高精度にしかも滑らかに描画する為の加工装置に関わる。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体デバイス、電子デバイス、光デバイスといった各種デバイスを製造する際、マスクあるいはレチクルに加工された線画パターン形状を、例えばステッパの如き露光装置により加工物表面上に投影露光するという加工プロセスを採っており、前記線画パターン形状は電子ビーム描画装置によって加工されるのが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】近年、半導体デバイス、電子デバイスの製造において、線画パターンの高密

度・高精度化が進む一方で、生産性の向上を目的としてウェハ基板の大面积化が進みつつあり、大面积かつ高精度な線画パターンを加工する為の加工装置に対するニーズが高まってきている。また、光デバイスの製造においても、信号伝送媒体である光が、急激な曲率で伝送できない、線画パターン接続部のわずかな不整合や線画パターンエッジのわずかな凹凸で散乱を起こすといった性質を有している為、半導体デバイスや電子デバイスの製造と同様に大面积かつ高精度に線画パターンを加工する装置に対するニーズが高い。

【0004】したがって、今後高機能デバイスの開発が進むにつれ、前記半導体デバイス、電子デバイスの製造に必要なマスクあるいはレチクルの製造において、また今後実用化が加速すると思われる光デバイスの製造において、大面积かつ高精度な加工装置に対するニーズが益々増加するものと思われる。

【0005】従来、線画パターンの描画には電子ビーム描画装置が用いられてきたが、前記電子ビーム描画装置では、電子ビームを偏向する事により線画パターンを描画する方法が採られている。この電子ビームの偏向を利用した描画法では、描画フィールドが高々数mm角程度である為、数mm角を越えるような広い範囲を描画する際には、前記描画フィールド毎に加工物を搭載した移動手段を移動させ、前記描画フィールド間のつなぎ合わせを行っている。この為、前記描画フィールド間のつなぎ合わせにおいて接続不良が発生しやすいという問題があった。

【0006】また、電子ビーム描画装置では、描画フィールドが広くなり、電子ビームの偏向角が大きくなると加工物表面に照射される電子ビームのビーム径が無視できない程度に変形する為、広い範囲の描画になる程、線画パターンの線幅が所望の幅に対して太くなるという問題がある。

【0007】さらに、電子ビーム描画装置では電子ビームを扱う為、線画パターン加工時の雰囲気真空としなければならず、真空装置等の付帯設備が必要となる。これにより装置が大型化するという問題が発生すると共に、メンテナンス費用が高価になる、装置本体の価格が高価になるといった不都合があった。

【0008】本発明は、上記従来の問題点を鑑み、電子ビーム描画装置の欠点を除去し、大面积に高精度の線画パターンを形成し得る描画装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の構成は、移動量は大きい位置決め精度の悪い粗動移動手段と移動量は小さい高精度に位置決めし得る微動移動手段とを有する移動手段のうち微動移動手段に加工物を搭載し、加工ビームを前記加工物の表面上より照射しながら、前記加工ビームの位置は固定し、前記移

動手段を前記加工ビームの光軸と法線を成す面内で移動させる事によって、前記加工物の表面上に線画パターンを加工する描画装置において、前記加工物の固定位置に対する絶対位置を測定する為の絶対位置測定手段と、前記粗動移動手段に対する前記微動移動手段の相対的な変位を測定する為の相対位置測定手段と、前記絶対位置測定手段によって測定された前記加工物の絶対位置と所望の位置との誤差を測定し、前記誤差と前記相対位置測定手段によって測定した相対位置信号を加え合わせ、該信号を前記粗動移動手段に入力し、さらに前記誤差を前記

【0010】さらに、前記加工ビームを所定のビーム径に変化させる事によって、前記加工物表面上に線画パターンを所望の線幅で加工するビーム径可変装置を備えたこと、及び加工用光源としてレーザを使用したことを特徴とする。

【0011】

【作用】

(1) 本発明における描画装置では、加工ビームの位置を固定し加工物を搭載した移動手段を移動させる事によって前記加工物の表面上に線画パターンを加工する。

【0012】(2) 本発明における描画装置では、絶対位置測定手段によって測定された加工物の絶対位置と所望の位置との誤差を測定し、前記誤差と相対位置測定手段によって測定した相対位置信号を加え合わせ、該信号を粗動移動手段に入力し、さらに前記誤差を微動移動手段に入力する事によって、移動手段を大移動量かつ高精度に制御する。

【0013】(3) 本発明における描画装置は、前記加工物に照射される加工ビームの焦点位置を前記加工物の表面位置に維持する為のオートフォーカス手段を備えており、加工物表面のうねりや移動手段の真直度などに起因した焦点ずれを補正する。

【0014】(4) 本発明による描画装置は、強度変調手段を備え前記移動手段の移動速度に応じて加工ビームの強度を調節する。

【0015】(5) 本発明における描画装置では、ビーム径可変装置を備え前記加工物表面に描画される線画パターンの線幅を所定の太さに制御できる。

【0016】(6) 本発明における描画装置では、加工用光源としてレーザを使用する。

【0017】

【実施例】以下本発明の実施例を図面に基づき詳細に説明する。

【0018】図1は、本発明の実施例に係る描画装置を示すブロック線図である。同図に示すように、加工用光源101(He-Cdレーザ[$\lambda=441.6\text{nm}$])から出射した加工ビーム1は例えば音響光学素子のような強度変調器102を通過して加工ビーム2となるように構成してある。加工ビーム2は、ビームサンプラ103で透過ビーム3と反射ビーム4の2本のビームに分岐され、前記透過ビーム3は1/2波長板106でその偏光軸方向が偏光ビームスプリッタ109の透過偏光軸方向と合致するように調整され、加工ビーム7となるように構成してある。加工ビーム7はミラー108で図中Z軸下方へ曲げられ加工ビーム8となり、その後偏光ビームスプリッタ109、1/4波長板110を透過し、1/4波長板110でその作用により直線偏光から円偏光ビーム9に変換するように構成してある。円偏光ビーム9は、対物レンズ111(焦点距離:3.61mm、開口:0.8、倍率:50倍)で加工物113の表面上に合焦され、微小スポットビーム10を形成するように構成してある。

【0019】加工物113は、例えばアクチュエータに圧電素子を、また案内要素にヒンジばねを用いた微動移動手段114aと、例えばアクチュエータにDCモータを、また案内要素に転がりを用いた粗動移動手段114bとから成り、図中X-Y方向に移動可能な移動手段114上に搭載されている。この移動手段114がX-Y面内を移動する事によって、加工物113と微小スポットビーム10との間に相対的な変位を生じ、加工物113の表面上に線画パターンを描画するように構成してある。

【0020】加工物113の絶対位置は、加工物113と共に移動手段114の上に搭載されている基準ミラー115を基準として、例えばレーザ測長器のような絶対位置測定手段117によって、測定ビーム11を通しX軸及びY軸の各軸方向について高精度に測定するように構成してある。また同時に微動移動手段114aの粗動移動手段114bに対する相対変位を、例えば静電容量型変位計の如き相対位置測定手段116によって測定するように構成してある。

【0021】前記絶対位置測定手段117によって測定された絶対位置信号12及び前記相対位置測定手段116によって測定された相対位置信号13は制御手段118に入力するように構成してある。

【0022】図2は図1に示す描画装置のうちの制御手段118及びその関連部分を抽出して示すブロック線図である。

【0023】同図に示すように、制御手段118では、まず指令信号出力手段118aからの指令信号25と前記絶対位置信号12とを比較し誤差信号26を生成する。一方、前記相対位置信号13は例えば積分器のような制御演算部118dに入力され、ここで制御演算出力

信号27が生成される。前記誤差信号26と前記制御演算出力信号27は加算器において加算され、粗動指令信号28となり該粗動指令信号28は例えば比例・積分・微分要素から成る粗動制御手段118cにされた後、粗動制御信号15として前記粗動移動手段114bに出力される。また、前記誤差信号26は、例えば比例・積分・微分要素から成る微動制御手段118bにされた後、微動制御信号14として微動移動手段114aに出力される。

【0024】上述した構成によって前記微動移動手段114aと前記粗動移動手段114bの位置を制御する事で、前記微動移動手段114aと前記粗動移動手段114bの協調的な位置制御が可能となり、移動手段114を大移動量でなおかつ高精度に移動する事ができる。

【0025】かくして、微小スポットビーム10と加工物113との相対的な移動が広い範囲でなおかつ高精度に実現できる為、描画フィールド間のつなぎ合わせを行う事無く加工物113の表面に高精度な線画パターンを描画する。

【0026】＜オートフォーカス手段＞図3は図1に示す描画装置のうちのオートフォーカス手段及びその関連部分を抽出して示すブロック線図である。

【0027】同図に示すように、微小スポットビーム10は加工物113の表面に照射された後、その一部が加工物113の表面で反射され、表面反射ビーム16を生成し、表面反射ビーム16は図中Z軸上方向に向かい、対物レンズ111、1/4波長板110を透過し、1/4波長板110の作用によって円偏光の状態から、加工ビーム8とは偏光軸方向が直交した直線偏光ビーム17となるように構成してある。直線偏光ビーム17は偏光ビームスプリッタ109に入射し、直線偏光ビーム17の偏光軸方向は偏光ビームスプリッタ109の反射偏光軸*

$$F = \frac{(I_a + I_c) - (I_b - I_d)}{I_a + I_c + I_b - I_d} \quad \dots\dots\dots (1)$$

【0033】図5から、該オートフォーカス信号Fは前記相対変位Lと前記焦点距離lとが等しくなる時に0となるような特性を有している事がわかる。

【0034】そこで、焦点ずれ演算回路121において前記オートフォーカス信号Fを演算すると共に、前記オートフォーカス信号Fを基準信号発生器123からの基準信号21と比較する事で焦点ずれ量29を求め、前記焦点ずれ量29を増幅器122を介して対物レンズ駆動手段112にする事で対物レンズ111を図3中Z軸方向に移動させる事によって前記相対変位Lが常に前記焦点距離lに等しくなるように制御する。

【0035】図6は前記焦点ずれ演算回路121の詳細を示す回路図である。同図に示すように、焦点ずれ演算回路121は、電流-電圧変換回路121a~121d、反転加算回路121e、121f、コンパレータ121g、121hから構成されている。

*方向と一致するように構成してある。この結果直線偏光ビーム17は偏光ビームスプリッタ109で全て反射され反射ビーム18となる。

【0028】反射ビーム18は、例えば非点収差光学系を構成する凸レンズ119a、円筒レンズ119bを透過する事によってビーム19を生成し、ビーム19はその後4分割フォトディテクタ120に入射するように構成してある。この結果前記4分割フォトディテクタ120の各光電面から光電流信号20a、20b、20c、20dが出力される。

【0029】図4は、図3の前記4分割フォトディテクタ120のA-A断面におけるビーム19の断面形状を概念的に示す説明図である。

【0030】図3に示すように、ビーム19は、前記4分割フォトディテクタ120の光電面上において、対物レンズ111と加工物113表面との相対変位Lによって断面形状が変化する。つまり、図4に示すように、前記相対変位Lが対物レンズ111の焦点距離lと等しい時には円形断面となり、前記相対変位Lが前記焦点距離lよりも大きい時にはY軸方向に長軸を有する横楕円断面形状となり、さらに前記相対変位Lが前記焦点距離lよりも小さい時にはZ軸方向に長軸を有する縦楕円断面形状となる。

【0031】この特性を利用する為、前記光電流信号20a、20b、20c、20dを電流-電圧変換する事によって強度信号Ia、Ib、Ic、Idを得、該強度信号に対して次式(1)の演算を施すと、その演算結果であるオートフォーカス信号Fは前記相対変位Lに対し図5に示すようなS形状の曲線となる。

【0032】

【数1】

【0036】前記オートフォーカス信号Fは、前記電流-電圧変換回路121a~121dにおいて前記光電流信号20a、20b、20c、20dを前記強度信号-Ia、-Ib、-Ic、-Idに変換する。前記各強度信号は前記反転加算回路121e、121fに入力され、ここで加算信号Ia+Ib及びIc+Idが演算される。さらに前記加算信号Ia+Ib及びIc+Idは前記コンパレータ121gにされ、ここで前記オートフォーカス信号Fが演算される。その後、前記オートフォーカス信号Fは前記コンパレータ121hにされ、ここで基準指令出力手段123からの基準信号21と比較される事によって焦点ずれ量29が出力される。

【0037】上述したオートフォーカス手段の構成から、加工物113からの表面のうねり、移動手段114の真直度誤差等に起因する前記相対変位Lの変動は除去

され、微小スポットビーム10の焦点位置が常に加工物113の表面位置に維持される事になる為、線画パターンの線幅が常に一定に保たれる。

【0038】＜強度変調手段＞図7は図1に示す描画装置のうちの強度変調手段及びその関連部分を抽出して示すブロック線図である。

【0039】同図に示すように、加工用光源101から出射した加工ビーム1は、例えば音響光学素子のような強度変調器102に入力され、加工ビーム2を得るように構成してある。該加工ビーム2は、ビームサンプラー103において、透過ビーム3と反射ビーム4に分岐されるが、反射ビーム4はフォトディテクタ104に入射され、反射ビーム4の強度に応じた光電流信号5を生成するとともに、該光電流信号5はコンパレータ105aに取り込まれ、ここで、強度指令出力手段124からの指令信号24と比較するように構成してある。その結果得られた信号は増幅器105bで増幅信号6に増幅された後、強度変調器102に入力される。

【0040】これにより、強度変調器102では前記光電流信号5と前記指令信号24とが常に等しくなるように加工ビーム1の強度をフィードバック制御し、強度の安定した加工ビーム2を出力する。

【0041】なお、指令信号24は、強度指令出力手段124において絶対位置信号12から演算によって求めた速度信号に基づいて計算される。

【0042】この為、移動手段114に速度変動が生じた場合でも、前記指令信号24が速度変動に応じて変化する為、加工物113の表面に投入されるエネルギーは*

$$w_0 = \frac{\lambda f}{\pi} \times \frac{1}{W} \quad \dots\dots\dots (2)$$

λ : 加工ビームの波長

f : 対物レンズの焦点距離

【0047】したがって、前記ビーム径可変装置107によって加工ビーム7bのビーム径Wを変化させる事によって前記微小スポットビーム10のビーム径 w_0 を変化させる事が可能となる。

【0048】ここで、図9に基づいて前記ビーム径可変装置107の詳細を説明する。同図に示すように、該ビーム径可変装置107は、例えば、直流サーボモータ、ステッピングモータ等の駆動手段107dと、例えばエンコーダのような回転量検出手段107iと、例えば歯付きベルト伝達要素のような駆動伝達手段107cとレンズ107f、107gが組み込まれた回転軸107bと、レンズ107eが組み込まれた固定軸107aとで構成されている。

【0049】このような構成のビーム径可変装置107では、駆動手段107dで発生した回転運動を、駆動伝達手段107cを介して回転軸107bに伝達する。該

*常に一定に維持される事になり、一定線幅の線画パターンを加工する事が可能になる。

【0043】また、上述した強度変調手段では、線画パターンの開始点あるいは終了点における加工ビームのON/OFFも制御できるようになっている。

【0044】図8は本発明の他の実施例に係る描画装置を示すブロック図である。本実施例は図1に示す実施例にビーム径可変手段を組込んだものである。そこで、図1と同一部分には同一番号を付し重複する説明は省略する。

【0045】本実施例は、図1に示した描画装置にビーム径可変装置107及びビーム径可変制御手段125を追加したものであり、加工ビーム7aが該ビーム径可変装置107を通過する事で、ビーム径をWに制御して該ビーム径可変装置107から出力するとともに、その後加工ビーム7bをミラー108によって図中Z軸下方に曲げて加工ビーム8とし、さらに偏光ビームスプリッタ109及び1/4波長板110を通過して円偏光ビーム9とするように構成してある。円偏光ビーム9は対物レンズ111に入射する事で微小スポットビーム10を生成し加工物113の表面に照射されるが、該微小スポットビーム10の該加工物113の表面上におけるビーム径を w_0 とすると、該ビーム径 w_0 と前記加工ビーム7bのビーム径Wとの間に次式(2)に示す関係が成立する。

【0046】

【数2】

回転軸107bに伝達された回転力は該レンズ107f、107gに取付けた、例えば、カム要素のような回転-直線変換手段107hで直線運動に変換され、これによって、該レンズ107f、107gが各々独立に直線運動するようになっている。この結果該レンズ107e、107f、107gの相対的な位置関係を変化させることができる。

【0050】更に、ビーム径可変装置107では出射する加工ビーム7bのビーム径Wが、駆動手段107dの回転角 θ に対して反比例して変化するように、該回転-直線運動変換手段107hが設計されている。したがって、式(2)に示す関係から w_0 はWに反比例している為、該回転角 θ と該ビーム径 w_0 は比例関係となり該回転角 θ を用いて容易に該ビーム径 w_0 を制御する事が可能となる。

【0051】回転量検出手段107iでは、該回転角 θ

を検出し、ビーム径可変制御手段125に回転角信号31を出力する。該ビーム径可変制御手段125では、該回転角信号31に基づき、上述した該回転角 θ と該ビーム径 w_0 の比例関係から、ビーム径 w_0 を推定する。また、該ビーム径可変制御手段125は前記微小スポットビーム10の断面強度分布がガウス分布を成していると*

$$I_0 = \frac{2P}{\pi} \times \frac{1}{W_0^2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

P：加工ビームの全強度

【0053】更に、ビーム径可変制御手段125では、ビーム径 w_0 が変化してもビームの中心強度 I_0 が変化せず一定となるような強度補正信号32を強度指令出力手段124に出力する。

【0054】強度指令出力手段124では、この入力された強度補正信号32に基づき、微小スポットビーム10の全強度を調整する。このため、該ビーム径 w_0 が変化しても、該中心強度 I_0 が一定値になるように維持することができる。

【0055】かくして、ビーム径可変装置107における駆動手段107dの回転角 θ を変化させれば、該加工物113の表面におけるビーム径 w_0 が該回転角 θ に比例して変化する為、該加工物113の表面に加工される線画パターンの加工幅を変化させる事が可能になる。

【0056】

【発明の効果】以上、実施例を挙げて説明してきたように本発明による描画装置を用いる事で、以下に示す効果を得る事ができる。

【0057】(1) 本発明における描画装置では、加工ビームの位置を固定し加工物を搭載した移動手段を移動させる事によって前記加工物の表面上に線画パターンを加工する構成となっている為、電子ビーム描画装置において問題となる偏向角の増大に伴う線幅の変化の影響がない。

【0058】(2) 本発明における描画装置では、絶対位置測定手段によって測定された加工物の絶対位置と所望の位置との誤差を測定し、前記誤差と相対位置測定手段によって測定した相対位置信号を加え合わせ、該信号を粗動移動手段に入力し、さらに前記誤差を微動移動手段に入力する事によって、移動手段を大移動量かつ高精度に制御する為の制御手段を備えている為、電子ビーム描画装置のように描画フィールド間のつなぎ合わせの必要も無く大面積かつ高精度な線画パターンの描画が可能となる。

【0059】(3) 本発明における描画装置は、前記加工物に照射される加工ビームの焦点位置を前記加工物の表面位置に維持する為のオートフォーカス手段を備えており、加工物表面のうねりや移動手段の真直度などに起因した焦点ずれを補正でき、一定の幅を有する線画パターンを描画する事が可能になる。

*いう仮定の基に、推定したビーム径 w_0 から該微小スポットビーム10の中心強度 I_0 を次式(3)から演算する。

【0052】

【数3】

..... (3)

【0060】(4) 本発明による描画装置は、強度変調手段を備えた前記移動手段の移動速度に応じて加工ビームの強度を調節している為、線幅変化の無い高精度な線画パターンを加工する事ができる。

【0061】(5) 本発明における描画装置では、ビーム径可変装置を備え前記加工物表面に描画される線画パターンの線幅を所定の太さに制御できる為、線幅が徐々に変化する直線状線画パターンの加工を容易に行う事ができる上、大面積の塗りつぶしパターンに対しても太い加工ビームを用いて描画を行う事によって描画時間の短縮を図る事も可能であり効率の良い描画を実現できる。

【0062】(6) 本発明における描画装置では、加工用光源としてレーザを使用する事によって、電子ビーム描画装置で不都合が生じていた真空中での加工も回避できる上、真空装置が不用となる為、安価な描画装置の提供も可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例に係る描画装置を示すブロック線図である。

【図2】図1に示す描画装置のうちの制御手段及びその関連部分を抽出して示すブロック線図である。

【図3】図1に示す描画装置のうちのオートフォーカス手段及びその関連部分を抽出して示すブロック線図である。

【図4】図3に示すオートフォーカス手段の4分割フォトディテクタの光電面(A-A断面)上における加工ビームの断面形状を概念的に示す説明図である。

【図5】図3に示すオートフォーカス手段におけるオートフォーカス信号の特性を示す特性図である。

【図6】図3に示すオートフォーカス手段における焦点ずれ量を演算する為の焦点ずれ演算回路を詳細に示す回路図である。

【図7】図1に示す描画装置のうちの強度変調手段及びその関連部分を抽出して示すブロック線図である。

【図8】本発明の他の実施例に係る描画装置を示すブロック図である。

【図9】図8におけるビーム径可変装置の詳細な構成図である。

【符号の説明】

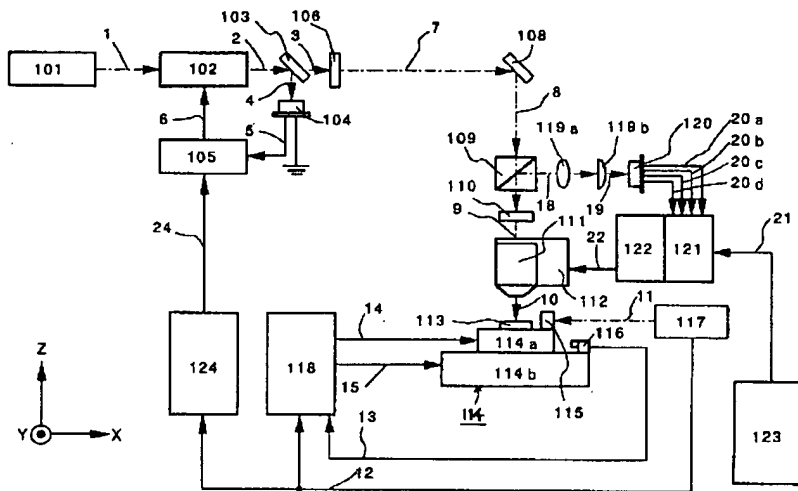
11

12

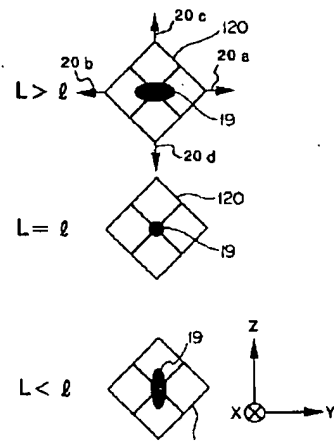
101 加工用光源
 102 強度変調器
 103 ビームサンプラー
 104 フォトディテクタ
 105 コンパレータ
 106 1/2波長板
 107 ビーム径可変装置
 107 a 固定軸
 107 b 回転軸
 107 c 駆動伝達手段
 107 d 駆動手段
 107 e レンズ
 107 f レンズ
 107 g レンズ
 107 h 回転-直線変換手段
 107 i 回転量検出手段
 108 ミラー
 109 偏光ビームスプリッター

110 1/4波長板
 111 対物レンズ
 112 対物レンズ駆動装置
 113 加工物
 114 a 微動移動手段
 114 b 粗動移動手段
 115 基準ミラー
 116 相対位置測定手段
 117 絶対位置測定手段
 118 制御手段
 119 a 凸レンズ
 119 b 円筒レンズ
 120 4分割フォトディテクタ
 121 焦点ずれ演算回路
 122 増幅器
 123 基準信号発生器
 124 強度指令出力手段
 125 ビーム径可変制御手段

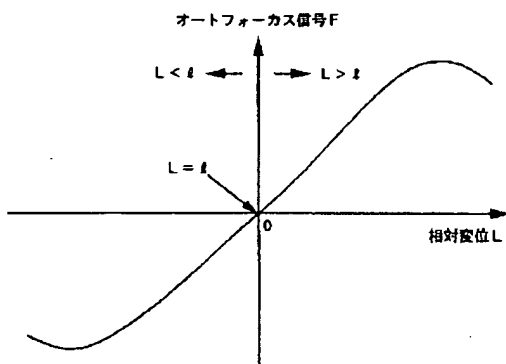
【図1】



【図4】



【図5】



【図7】

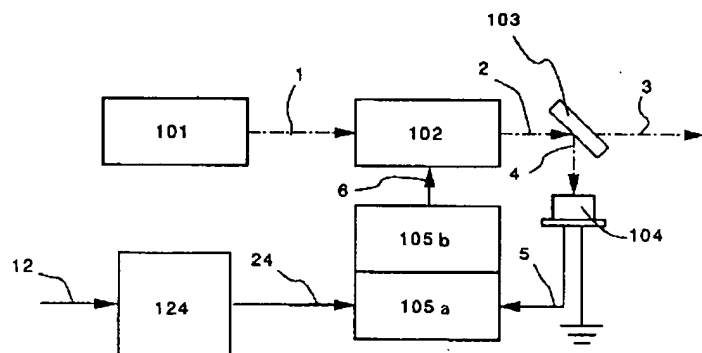
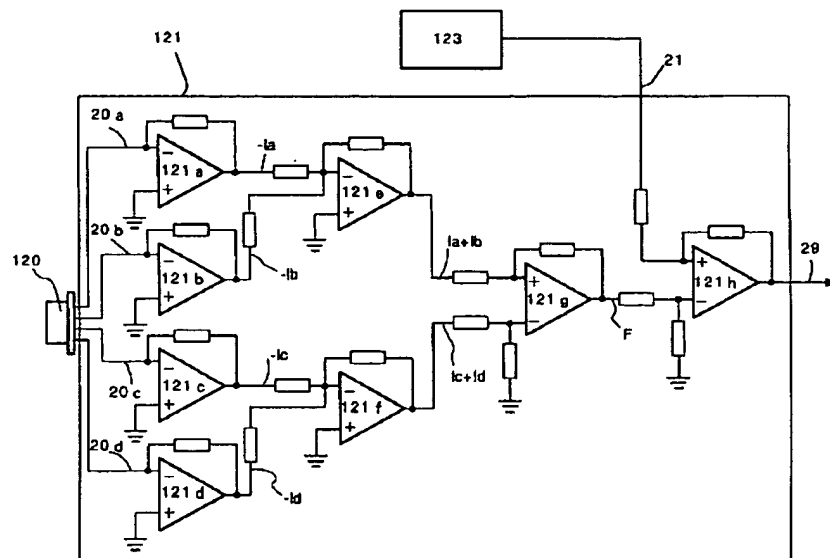
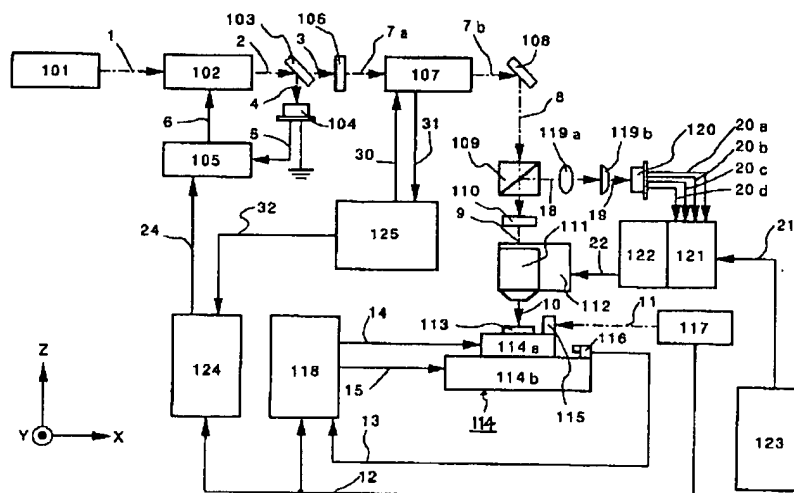


Fig. 1 is a schematic diagram of a laser processing apparatus. A laser beam (109) is emitted from a source (108) and passes through a series of optical components: a mirror (18), a lens (119a), another lens (119b), and a beam splitter (19). The beam is then directed through a series of waveguides (20a, 20b, 20c, 20d) to a processing head (120). The head contains a laser source (121) and a control unit (122). A workpiece (123) is positioned below the head. A coordinate system (X, Y, Z) is shown at the bottom right.

【図6】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6
G 0 3 F 9/02

識別記号 庁内整理番号
H

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 21/30

5 4 1 Q

(72) 発明者 津野 武志

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1

三菱重工業株式会社基盤技術研究所内

(11) Japanese Patent Application

Laid-open (KOKAI) No. 08-203810

(43) Laid-opened Date: August 9, 1996

(54) Title of the invention: DRAWING APPARATUS

(21) Application Number: 07-012347

(22) Filing Date: January 30, 1995

(71) Applicant: MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(72) Inventor: Asano Shin, et al.

[Abstract]

[Object]

To provide a drawing apparatus capable of removing defects of an electron-beam drawing apparatus and forming a high-accuracy line pattern on a large area.

[Constitution]

In the case of a drawing apparatus for forming a line pattern on the surface of a workpiece 113 by mounting the workpiece 113 on fine moving means 114a of moving means 114 having coarse moving means 114b having a large moving distance but a low positioning accuracy and fine moving means 114a having a small moving distance but capable of performing high-accuracy positioning, fixing the position of a micro-spot beam 10, and moving the moving means 114, a relative displacement of the fine moving means 114b to the coarse moving means 114a is measured, high-accuracy positioning of the moving means is performed by using

the displacement while the focus position of the micro-spot beam 10 is kept at the surface position of the workpiece 113 by moving an objective lens 111 in Z direction by autofocus means and the diameter of a forming beam 7b is adjusted by controlling a beam-diameter varying apparatus 107 by beam-diameter varying means 125 in accordance with the moving speed of the moving means 114.

[Claims]

[Claim 1] A drawing apparatus for forming a line pattern on the surface of a workpiece by mounting the workpiece on fine moving means of moving means including coarse moving means having a large moving distance but a low positioning accuracy and the fine moving means having a small moving distance but capable of performing high-accuracy positioning, fixing the position of a forming beam while applying the forming beam from the above of the surface of the workpiece, and moving the moving means in a plane forming a normal line with the optical axis of the forming beam, the drawing apparatus comprising:

absolute position measuring means for measuring an absolute position to a fixed position of the workpiece;

relative position measuring means for measuring a relative displacement of the fine moving means to the coarse moving means;

control means for controlling the moving means by measuring an error between the absolute position of the workpiece measured by the absolute position measuring means and a desired position, adding the error and a relative position signal measured by the relative position measuring means, inputting the signal to the coarse moving means, and inputting the error to the fine moving means;

autofocus means for keeping the focus position of the forming beam at the surface position of the workpiece; and

intensity modulating means for adjusting the intensity of the forming beam in accordance with the moving speed of the moving means and moreover performing on/off control of the forming beam in accordance with a formation start point and formation end point.

[Claim 2] The drawing apparatus according to claim 1, characterized in that a beam-diameter varying apparatus is included which forms a line pattern at a desired line width on the surface of the workpiece by changing the forming beam to a predetermined beam diameter.

[Claim 3] The drawing apparatus according to claim 1 or claim 2, characterized in that

a laser is used as a forming light source.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

The present invention relates to a drawing apparatus for forming an optional line pattern by applying a forming beam such as a laser beam or electron beam to the surface of a workpiece, and particularly relates to a forming apparatus for drawing a line pattern in which straight lines and curved lines are combined over a wide range at a high accuracy and smoothly.

[0002]

[Prior Art]

When fabricating various devices such as a semiconductor device, electronic device, and optical device, a forming process of projecting a line pattern shape formed into a mask or reticle onto the surface of a workpiece by an exposure apparatus such as a stepper has been used so far and the line pattern shape is generally formed by an electron-beam drawing apparatus.

[0003]

[Problems to be Solved by the Invention]

In the case of fabrication of a semiconductor device and electronic device, a line pattern is changed to a high density and high accuracy while the area of a wafer substrate is increased in order to improve the productivity and the needs for a forming apparatus for forming a large-area high-accuracy line pattern are

raised. Moreover, in the case of fabrication of an optical device, light serving as a signal transmission medium has a property of causing dispersion by a slight mismatching of a line-pattern connecting portion which cannot be transmitted due to a sudden curvature or a slight irregularity of a line pattern edge. Therefore, the needs for an apparatus for forming a line pattern in a large area at a high accuracy are high similarly to the case of fabrication of a semiconductor device and electronic device.

[0004]

Therefore, as development of a high-function device is progressed in future, the needs for a large-area high-accuracy forming apparatus will be further increased in fabrication of a mask or reticle indispensable for fabrication of the above semiconductor device or electronic device or fabrication of an optical device whose practical use will be accelerated in future.

[0005]

An electron-beam drawing apparatus has been used so far to draw a line pattern. However, the electronic-beam drawing apparatus uses a method for drawing a line pattern by deflecting an electronic beam. In the case of the drawing method using the deflection of an electronic beam, because a drawing field is a several-millimeter square at most, moving means

mounting a workpiece is moved for every drawing field to connect drawing fields in order to draw in a range exceeding a several millimeter square. Therefore, there is a problem that imperfect connection easily occurs in connecting drawing fields.

[0006]

Moreover, in the case of the electron-beam drawing apparatus, when a drawing field is widened and a deflection angle of an electron beam increases, the beam diameter of an electron beam to be applied to a workpiece is deformed so that the deformation cannot be ignored. Therefore, there is a problem that as drawing requires a larger range, the line width of a line pattern becomes larger than a desired width.

[0007]

Moreover, because the electron-beam drawing apparatus handles an electron beam, it is necessary to set the atmosphere for forming a line pattern to a vacuum state and therefore, an auxiliary facility such as a vacuum system is necessary. Thereby, problems occur that an apparatus is increased in size, the maintenance cost increases, and the price of the apparatus body increases.

[0008]

It is an object of the present invention to provide a drawing apparatus capable of forming a high-accuracy line pattern in a large area by removing

disadvantages of an electron drawing apparatus in view of the above conventional problems.

[0009]

[Means for Solving the Problems]

A configuration of the present invention for achieving the above object by using a drawing apparatus for forming a line pattern on the surface of a workpiece is characterized by mounting the workpiece on fine moving means of moving means including coarse moving means having a large moving distance but a low positioning accuracy and the fine moving means having a small moving distance but capable of performing positioning at a high accuracy, fixing the position of a forming beam while applying the forming beam from the upper portion on the surface of the workpiece, and moving the forming beam in a plane forming a normal line with the optical axis of the forming beam, in which the following means are included: absolute position measuring means for measuring an absolute position to the fixed position of the workpiece, relative position measuring means for measuring a relative displacement of the fine moving means from the coarse moving means, control means for measuring an error between the absolute position of the workpiece measured by the absolute position measuring means and a desired position, adding the error and a relative position signal measured by the relative position

measuring means, inputting the signal to the coarse moving means and moreover inputting the error to fine moving means, and thereby controlling the moving means, autofocus means for keeping the focus position of the forming beam on the surface position of the workpiece, and intensity modulating means for adjusting the intensity of the forming beam in accordance with the moving speed of the moving means and performing on/off control of the forming beam in accordance with a formation start point and forming end point.

[0010]

Moreover, a configuration of the present invention is characterized by including a beam diameter varying apparatus for changing the forming beam to a predetermined beam diameter and thereby, forming a line pattern on the surface of the workpiece at a desired line width.

[0011]

[Operation]

(1) A drawing apparatus of the present invention forms a line pattern on the surface of a workpiece by moving moving means fixing the position of a forming beam and mounting the workpiece.

[0012]

(2) A drawing apparatus of the present invention measures an error between the absolute position of a workpiece measured by absolute position measuring means

and a desired position, adds the error and a relative position signal measured by relative position measuring means, inputs the signal to coarse moving means and moreover inputting the error to the fine moving means, and thereby controls moving means at a large moving distance and high accuracy.

[0013]

(3) A drawing apparatus of the present invention includes autofocus means for keeping the focus position of a forming beam to be applied to the workpiece at the surface position of the workpiece to correct a focus shift due to the waviness of the workpiece or vacuum degree of moving means.

[0014]

(4) A drawing apparatus of the present invention has intensity modulating means to adjust the intensity of a forming beam in accordance with the moving speed of the moving means.

[0015]

(5) A drawing apparatus of the present invention has a beam diameter varying apparatus to be able to control the line width of a line pattern drawn on the surface of the workpiece to a predetermined thickness.

[0016]

(6) A drawing apparatus of the present invention uses a laser as a forming light source.

[0017]

[Embodiments]

Embodiments of the present invention are described below in detail by referring to the accompanying drawings.

[0018]

Figure 1 is a block diagram showing a drawing apparatus of an embodiment of the present invention. As shown in Figure 1, a forming beam 1 emitted from a forming light source 101 (He-Cd laser [$\lambda=441.6$ nm]) is constituted so as to pass through an intensity modulator 102 such as an acousto-optic device and become a forming beam 2. The forming beam 2 is branched to two beams such as a transmission beam 3 and a reflection beam 4 by a beam sampler 103 and the transmission beam 3 is adjusted by a $1/2$ wavelength plate 106 so that the polarization axis direction coincides with the transmission polarization axis direction of a polarized beam splitter 109 and constituted so as to become a forming beam 7. The forming beam 7 is constituted so that it is bent to the lower direction of Z axis in Figure 1 by a mirror 108 to become a forming beam 8 and then, passes through the polarized beam splitter 109 and a $1/4$ wavelength plate 110, and is converted from a linear polarization beam into a circular polarization beam 9 by the function of the $1/4$ wavelength plate 110. The circular polarization beam 9 is constituted so that it is

focused on the surface of the workpiece 113 by an objective lens 111 (focal distance:3.61 mm, opening:0.8, magnification:50 times) to form a micro-spot beam 10.

[0019]

The workpiece 113 is constituted of fine moving means 114a using a piezoelectric device for an actuator and a hinge spring for a guide factor and coarse moving means 114b using a DC motor for an actuator and a wintle for a guide factor and mounted on the moving means 114 movable in X-Y direction in Figure 1. When the moving means 114 moves in the X-Y plane, a relative displacement occurs between the workpiece 113 and the micro-spot beam 10 to draw a line pattern on the surface of the workpiece 113.

[0020]

The absolute position of the workpiece 113 is accurately measured in X-axis and Y-axis directions through a measuring beam 11 by absolute position measuring means 117 such as a laser length measuring machine on the basis of a reference mirror 115 mounted on the moving means 114 together with the workpiece 113. At the same time, a relative displacement of the fine moving means 114a to the coarse moving means 114b is measured by relative position measuring means 116 such as an electrostatic displacement gauge.

[0021]

An absolute position signal 12 measured by the absolute position measuring means 117 and a relative position signal 13 measured by the relative position measuring means 116 are input to control means 118.

[0022]

Figure 2 is a block diagram showing control means 118 and its relevant portion of the drawing apparatus shown in Figure 1 by extracting them.

[0023]

As shown in Figure 2, the control means 118 generates an error signal 26 by comparing an instruction signal 25 from instruction signal output means 118a with the absolute position signal 12. The relative position signal 13 is input to a control operation portion 118d such as an integrator and a control operation output signal 27 is generated here. The error signal 26 and the control operation output signal 27 are added by an adder to become a coarse movement instruction signal 28 and the coarse movement instruction signal 28 is input to coarse movement control means 118c constituted of proportion, integration, and differentiation factors and then, output to the coarse moving means 114b as a coarse movement control signal 15. Moreover, the error signal 26 is input to fine movement control means 118b constituted of proportion, integration, and

differentiation factors and then, output to the fine moving means 114a as a fine movement control signal 14.

[0024]

By controlling positions of the fine moving means 114a and coarse moving means 114b by the above-described configuration, cooperative position control of the fine moving means 114a and coarse moving means 114b can be made and it is possible to move the moving means 114 at a large moving distance and a high accuracy.

[0025]

Thus, because it is possible to realize relative movement between the micro-spot beam 10 and the workpiece 113 in a wide range at a high accuracy, a high-accuracy line pattern is drawn on the surface of the workpiece 113 without connecting drawing fields.

[0026]

<Autofocus means>

Figure 3 is a block diagram showing autofocus means and its relevant portions of the drawing apparatus shown in Figure 1 by extracting them.

[0027]

As shown in Figure 3, the micro-spot beam 10 is applied to the surface of the workpiece 113 and then, a part of the beam 10 is reflected from the surface of the workpiece 113 to generate a surface reflection beam 16 and the surface reflection beam 16 heads for the

upper portion of Z axis in Figure 3, passes through the objective lens 111, 1/4 wavelength plate 110, and becomes linear polarization beam 17 whose polarization axis direction is orthogonal to that of the forming beam 8 from a circular polarization state by the function of the 1/4 wavelength plate 110. The linear polarized beam 17 enters the polarized beam splitter 109 so that the polarization axis direction of the linear polarization beam 17 coincides with the reflection polarization axis direction of the polarized beam splitter 109. As a result, the linear polarization beam 17 is totally reflected from the polarized beam splitter 109 to become a reflection beam 18.

[0028]

The reflection beam 18 generates a beam 19 by passing through a convex lens 119a and cylindrical lens 119b constituting, for example, an astigmatism optical system and then, the beam 19 enters a tetrameric photodetector 120. As a result, photoelectric current signals 20a, 20b, 20c, and 20d are output from photoelectric faces of the tetrameric photodetector 120.

[0029]

Figure 4 is an illustration conceptually showing a sectional shape of the beam 19 at the A-A cross section of the tetrameric photodetector 120 of Figure 3.

[0030]

As shown in Figure 3, the sectional shape of the beam 19 is changed due to a relative displacement L between the objective lens 111 and the surface of the workpiece 113 on the photoelectric face of the tetrameric photodetector 120. That is, as shown in Figure 4, when the relative displacement L is equal to the focal distance 1 of the objective lens 111, the sectional shape of the beam 19 becomes a circular cross section but when the relative displacement L is larger than the focal distance 1, the sectional shape becomes a horizontal elliptic sectional shape having a major axis in Y-axis direction. Moreover, when the relative displacement L is smaller than the focal distance 1, the sectional shape becomes a vertical elliptic sectional shape having a major axis in Z-axis direction.

[0031]

Because the above characteristics are used, intensity signals Ia, Ib, Ic, and Id are obtained by current-voltage-converting the photoelectric current signals 20a, 20b, 20c, and 20d. When applying the operation of the following expression (1) to the intensity signals, an autofocus signal F which is a result of the operation becomes an S-shaped curved line shown in Figure 5 for the relative displacement L.

[0032]

[Numerical Expression 1]

$$F = \{(Ia+Ic)-(Ib-Id)\}/(Ia+Ic+Ib-Id) \dots(1)$$

[0033]

From Figure 5, it is found that the autofocus signal F has a characteristic that it becomes 0 when the relative displacement L is equal to the focal distance I.

[0034]

Therefore, a focus-shift computing circuit 121 computes the autofocus signal F, obtains a focus shift value 29 by comparing the autofocus signal F with a reference signal 21 supplied from a reference signal generator 123, and performs control so that the relative displacement L becomes always equal to the focal distance I by inputting the focus shift value 29 to objective lens driving means 112 through an amplifier 122 and thereby moving the objective lens 111 in the Z-axis direction in Figure 3.

[0035]

Figure 6 is a circuit diagram showing details of the focus-shift computing circuit 121. As shown in Figure 6, the focus-shift computing circuit 121 is constituted of current-voltage conversion circuits 121a to 121d, inversion addition circuits 121e and 121f, and comparators 121g and 121h.

[0036]

The autofocus signal F converts the photoelectric current signals 20a, 20b, 20c, and 20d into the intensity signals -Ia, -Ib, -Ic, and -Id by the

current-voltage conversion circuits 121a to 121d. The intensity signals are input to the inversion addition circuits 121e and 121f in which additional signals I_a+I_b and I_c+I_d are computed. Further, the additional signals I_a+I_b and I_c+I_d are input to the comparator 121g in which the autofocus signal F is computed. Thereafter, the autofocus signal F is input to the comparator 121h in which the signal F is compared with the reference signal 21 supplied from reference instruction output means 123 and thereby, the focus shift value 29 is output.

[0037]

The fluctuation of the relative displacement L due to waviness of the surface from the workpiece 113 and a straightness error of the moving means 114 is removed from the configuration of the autofocus means and the focus position of the micro-spot beam 10 is always kept at the surface position of the workpiece 113.

Therefore, a line width of a line pattern is kept constant.

[0038]

<Intensity modulating means>

Figure 7 is a block diagram showing intensity modulating means and its relevant portions of the drawing apparatus shown in Figure 1 by extracting them.

[0039]

As shown in Figure 7, a forming beam 1 emitted from the forming light source 101 is input to the intensity modulator 102 such as an acousto-optic device so as to obtain the forming beam 2. The forming beam 2 is branched into the transmission beam 3 and reflection beam 4 in the beam sampler 103. The reflection beam 4 enters the photodetector 104 to generate a photoelectric current signal 5 corresponding to the intensity of the reflection beam 4 and the photoelectric current signal 5 is captured by a comparator 105a in which the signal 5 is compared with an instruction signal 24 supplied from intensity instruction output means 124. A signal obtained as a result of the comparison is amplified to an amplification signal 6 by an amplifier 105b and then input to the intensity modulator 102.

[0040]

Thereby, the intensity modulator 102 feed-back-controls the intensity of the forming beam 1 so that the photoelectric current signal 5 becomes always equal to the instruction signal 24 and outputs the forming beam 2 having a stable intensity.

[0041]

The instruction signal 24 is calculated in accordance with a speed signal obtained through computation from the absolute position signal 12 in the intensity instruction output means 124.

[0042]

Therefore, even if speed fluctuation occurs in the moving means 114, the instruction signal 24 is changed correspondingly to the speed fluctuation. Therefore, the energy to be input to the surface of the workpiece 113 is kept always constant and a line pattern having a constant line width can be formed.

[0043]

Moreover, the intensity modulating means can also control on/off of a forming beam at the start point or end point of a line pattern.

[0044]

Figure 8 is a block diagram showing a drawing apparatus of another embodiment of the present invention. This embodiment is obtained by incorporating beam diameter varying means into the embodiment shown in Figure 1. Therefore, a portion same as that in Figure 1 is provided with the same number and duplicate description is omitted.

[0045]

This embodiment is obtained by adding the beam diameter varying apparatus 107 and beam diameter varying control means 125 to the drawing apparatus shown in Figure 1. The embodiment is constituted so as to control the beam diameter of a forming beam 7a to W and output the forming beam 7a from the beam diameter varying apparatus 107 when the beam 7a passes through

the beam diameter varying apparatus 107, then change a forming beam 7b to a forming beam 8 by bending the beam 7b to the lower portion of Z axis in Figure 1 by a mirror 108, and moreover change the beam 7b to a circular polarization beam 9 after passing through the polarized beam splitter 109 and 1/4 wavelength plate 110. The circular polarization beam 9 generates a micro-spot beam 10 by entering the objective lens 111 and is applied to the surface of the workpiece 113 generating the micro-spot beam 10. When assuming the beam diameter of the micro-spot beam 10 on the surface of the workpiece 113 as w_0 , a relation shown in the following expression (2) is effected between the beam diameter w_0 and the beam diameter W of the forming beam 7b.

[0046]

[Numerical Expression 2]

$$w_0 = \lambda f / p \times 1 / W \quad \dots (2)$$

λ : Wavelength of forming beam

f : Focal distance of objective lens

[0047]

Therefore, by changing the beam diameter W of the forming beam 7b by the beam diameter varying apparatus 107, it is possible to change the beam diameter w_0 of the micro-spot beam 10.

[0048]

Details of the beam diameter varying apparatus 107 are described below by referring to Figure 9. As shown in Figure 9, the beam diameter varying apparatus 107 is constituted of, for example, driving means 107d such as a DC servomotor or stepping motor, rotation value detecting means 107i such as an encoder, driving transfer means 107c such as a toothed-belt transfer factor, rotating shaft 107b in which lenses 107f and 107g are built, and fixed shaft 107a in which a lens 107e is built.

[0049]

In the case of the beam diameter varying apparatus 107 having the above configuration, the rotational motion generated by the driving means 107d is transferred to the rotating shaft 107b through the driving transfer means 107c. The torque transferred to the rotating shaft 107b is converted into linear motion by the rotation-straight-line converting means 107h such as a cam factor set to the lenses 107f and 107g and thereby, the lenses 107f and 107g independently perform a linear motion. As a result, it is possible to change a relative positional relation between the lenses 107e, 107f, and 107g.

[0050]

Moreover, converting means 107h is designed so that the beam diameter W of the forming beam 7b to be emitted changes inversely proportionally to a rotation

angle θ of the driving means 107d. Therefore, because w_0 is inversely proportional to W from the relation shown in expression (2), the rotation angle θ is proportional to the beam diameter w_0 and it is possible to easily control the beam diameter w_0 by using the rotation angle θ .

[0051]

The rotation value detecting means 107i detects the rotation angle θ and outputs a rotation angle signal 31 to the beam diameter varying control means 125. The beam diameter varying control means 125 estimates the beam diameter w_0 from the proportional relation between the rotation angle θ and the beam diameter w_0 in accordance with the rotation angle signal 31. Moreover, the beam diameter varying control means 125 computes the central intensity I_0 of the micro-spot beam 10 from the estimated beam diameter w_0 in accordance with the following expression (3) by assuming that the cross-section intensity distribution of the micro-spot beam 10 forms a Gaussian distribution.

[0052]

[Numerical Expression 3]

$$I_0 = 2P/p \times 1/W_0^2 \quad \dots (3)$$

P: Total intensity of forming beam

[0053]

Moreover, the beam diameter varying control means 125 outputs an intensity correction signal 32 in which

the central intensity I_0 of a beam is not changed but it becomes constant even if the beam diameter w_0 is changed to the intensity instruction output means 124.

[0054]

The intensity instruction output means 124 adjusts the total intensity of the micro-spot beam 10 in accordance with the input intensity correction signal 32. Therefore, even if the beam diameter w_0 is changed, it is possible to keep the central intensity I_0 constant.

[0055]

Thus, by changing the rotation angle θ of the driving means 107d in the beam diameter varying apparatus 107, the beam diameter w_0 on the surface of the workpiece 113 is changed proportionally to the rotation angle θ . Therefore, it is possible to change the forming width of a line pattern formed on the surface of the workpiece 113.

[0056]

[Advantages of the Invention]

As described above by using embodiments, the following advantages can be obtained by using a drawing apparatus of the present invention.

[0057]

(1) Because a drawing apparatus of the present invention is constituted so as to form a line pattern by fixing the position of a forming beam and moving

moving means mounting the workpiece, a line width is not changed due to increase of a deflection angle which becomes a problem in an electronic beam drawing apparatus.

[0058]

(2) Because a drawing apparatus of the present invention is provided with control means controlling moving means at a large moving distance and a high accuracy by measuring an error between the absolute position of a workpiece measured by absolute position measuring means and a predetermined position, adding the error and a relative position signal measured by relative position measuring means, inputting the signal to coarse moving means and moreover inputting the error to a fine moving means, it is unnecessary to connect drawing fields like the case of an electronic beam drawing apparatus and it is possible to draw a high-accuracy line pattern in a large area.

[0059]

(3) Because a drawing apparatus of the present invention is provided with autofocus means for keeping the focus position of a forming beam to be applied to the workpiece at the surface position of the workpiece, it is possible to correct a focus shift due to the waviness of the surface of the workpiece or the straightness of moving means and draw a line pattern having a constant width.

[0060]

(4) Because a drawing apparatus of the present invention adjusts the intensity of a forming beam in accordance with the moving speed of the moving means provided with intensity change modulating means, it is possible to form a high-accuracy line pattern with no line width change.

[0061]

(5) Because a drawing apparatus of the present invention is provided with a beam diameter varying apparatus and can control the line width of a line pattern drawn on the surface of the workpiece to a predetermined thickness, it is possible to easily form a linear line pattern whose line width gradually changes, decrease the drawing time of a large-area smearing pattern by using a thick forming beam, and realize efficient drawing.

[0062]

(6) Because a drawing apparatus of the present invention can avoid formation in a vacuum state in which a trouble occurs in an electronic beam drawing apparatus and a vacuum system is unnecessary by using a laser as a forming light source, it is possible to provide an inexpensive drawing apparatus.

[Brief Description of the Drawings]

[Figure 1]

Figure 1 is a block diagram showing a drawing apparatus of an embodiment of the present invention;
[Figure 2]

Figure 2 is a block diagram showing control means and its relevant portions of the drawing apparatus shown in Figure 1 by extracting them;
[Figure 3]

Figure 3 is a block diagram showing autofocus means and its relevant portions of the drawing apparatus shown in Figure 1 by extracting them;
[Figure 4]

Figure 4 is an illustration conceptually showing the sectional form of a forming beam on a photoelectric surface (A-A cross section) of a tetrameric photodetector of the autofocus means shown in Figure 3;
[Figure 5]

Figure 5 is a characteristic diagram of an autofocus signal of the autofocus means shown in Figure 3;
[Figure 6]

Figure 6 is a circuit diagram showing a focus shift computing circuit for computing a focus shift value in the autofocus means shown in Figure 3 in detail;
[Figure 7]

Figure 7 is a block diagram showing intensity modulating means and its relevant portions of the drawing apparatus shown in Figure 1 by extracting them; [Figure 8]

Figure 8 is a block diagram showing a drawing apparatus of another embodiment of the present invention; and [Figure 9]

Figure 9 is a detailed block diagram of the beam diameter varying apparatus in Figure 8.

[Description of Symbols]

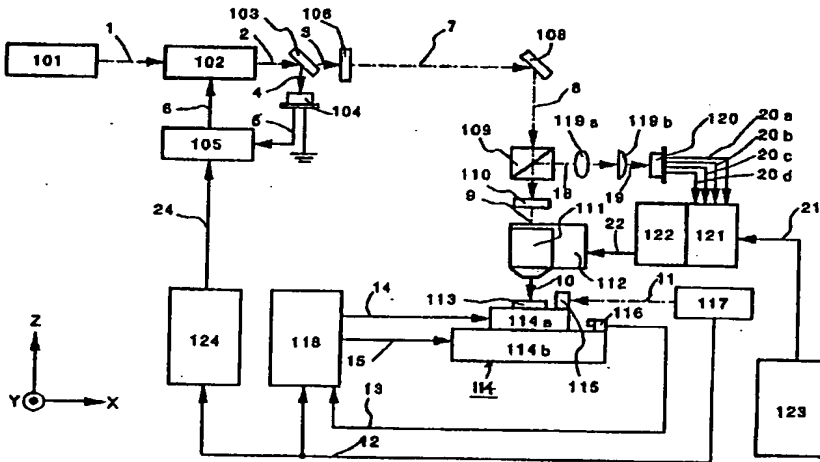
- 101 Forming light source
- 102 Intensity modulator
- 103 Beam sampler
- 104 Photodetector
- 105 Comparator
- 106 $1/2$ wavelength plate
- 107 Beam diameter varying apparatus
- 107a Fixed shaft
- 107b Rotating shaft
- 107c Drawing transfer means
- 107d Driving means
- 107e Lens
- 107f Lens
- 107g Lens
- 107h Rotation-straight-line converting means
- 107i Rotation value detecting means

- 108 Mirror
- 109 Polarized beam splitter
- 110 1/4 wavelength plate
- 111 Objective lens
- 112 Objective lens drive
- 113 Workpiece
- 114a Fine moving means
- 114b Coarse moving means
- 115 Reference mirror
- 116 Relative position measuring means
- 117 Absolute position measuring means
- 118 Control means
- 119a Convex lens
- 119b Cylindrical lens
- 120 Tetrameric photodetector
- 121 Focus shift computing circuit
- 122 Amplifier
- 123 Reference signal generator
- 124 Intensity instruction output means
- 125 Beam diameter varying control means

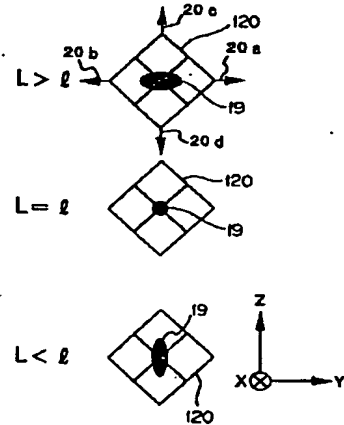
- 11
- 101 加工用光源
 - 102 強度変調器
 - 103 ビームサンプラー
 - 104 フォトディテクタ
 - 105 コンパレーター
 - 106 1/2波長板
 - 107 ビーム径可変装置
 - 107 a 固定軸
 - 107 b 回転軸
 - 107 c 駆動伝達手段
 - 107 d 駆動手段
 - 107 e レンズ
 - 107 f レンズ
 - 107 g レンズ
 - 107 h 回転-直線変換手段
 - 107 i 回転量検出手段
 - 108 ミラー
 - 109 偏光ビームスプリッター

- 12
- 110 1/4波長板
 - 111 対物レンズ
 - 112 対物レンズ駆動装置
 - 113 加工物
 - 114 a 微動移動手段
 - 114 b 粗動移動手段
 - 115 基準ミラー
 - 116 相対位置測定手段
 - 117 絶対位置測定手段
 - 10 118 制御手段
 - 119 a 凸レンズ
 - 119 b 円筒レンズ
 - 120 4分割フォトディテクタ
 - 121 焦点ずれ演算回路
 - 122 増幅器
 - 123 基準信号発生器
 - 124 強度指令出力手段
 - 125 ビーム径可変制御手段

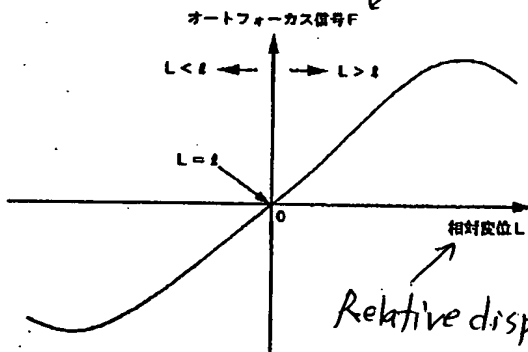
【図1】



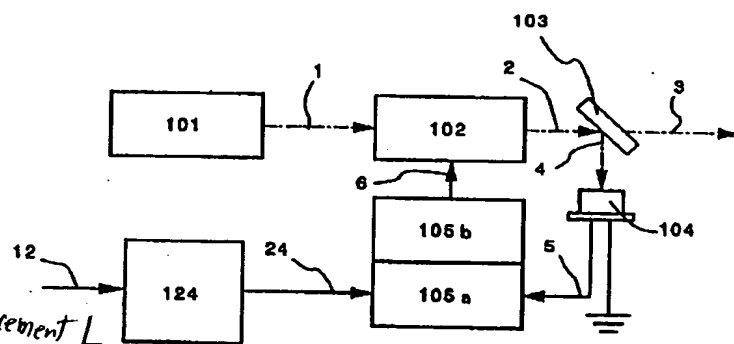
【図4】



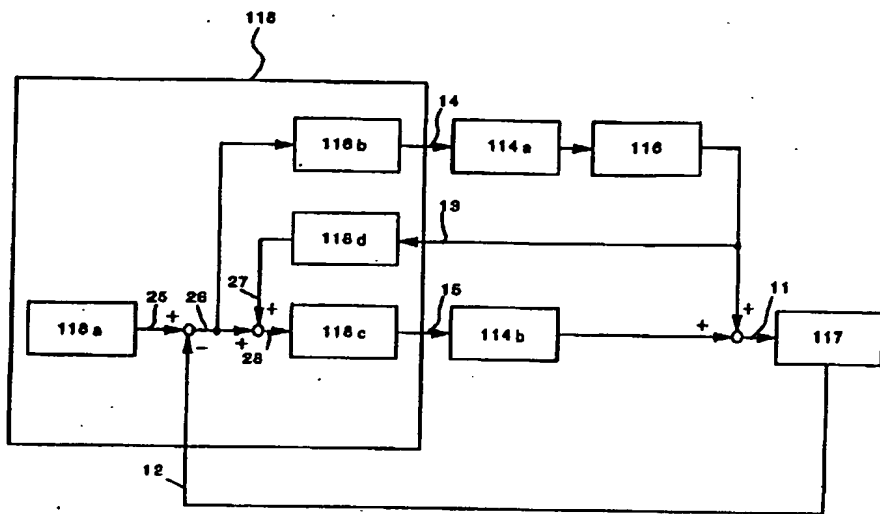
【図5】



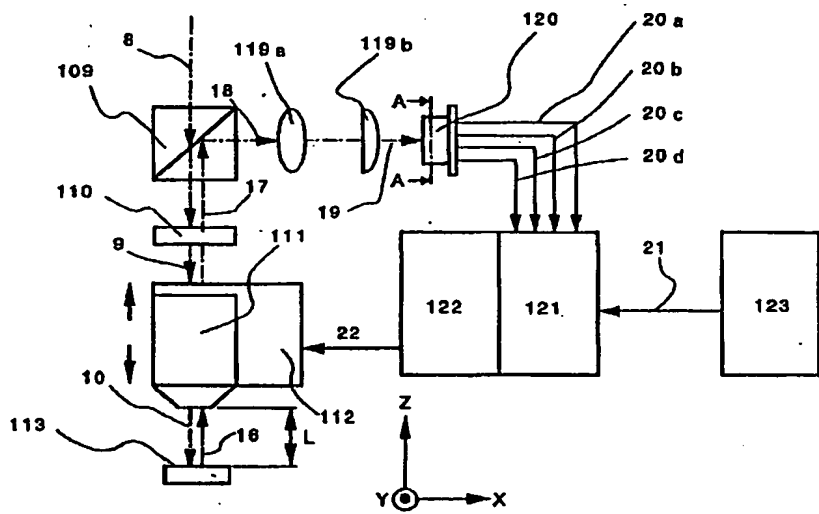
【図7】



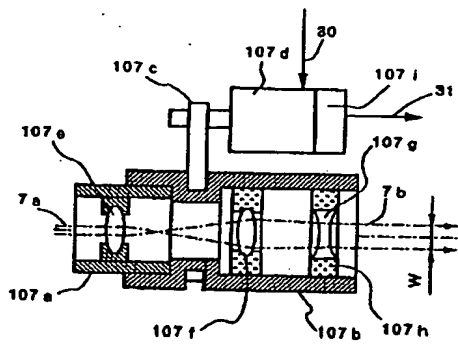
【図 2】



【図 3】



【図 9】



[illegible]

三菱重工業株式会社基盤技術研究所内